



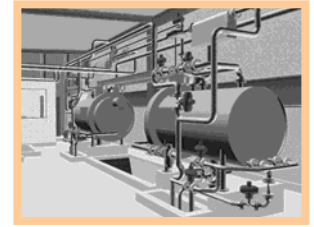
Počítačová grafika

(Computer Graphics)

Úvod do tématu

Martina Mudrová
únor 2007

Úvod do PG



MOTTO: „...70% informací přijímáme zrakem...“

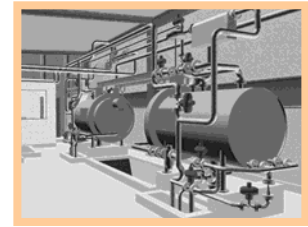
grafos (řec.)= písmeno

Co zahrnuje pojem počítačová grafika?

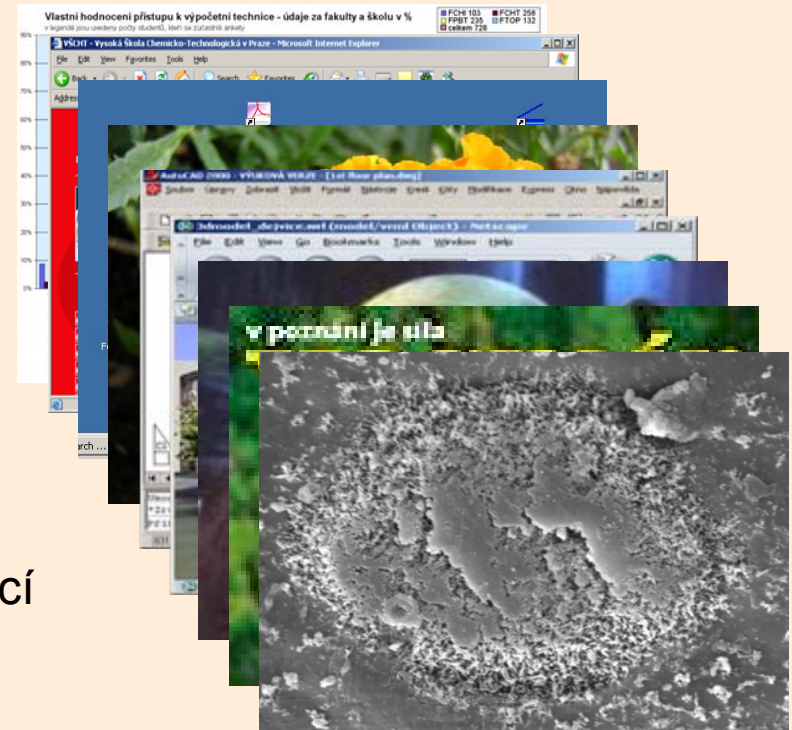
= zpracování grafických dat s využitím počítačové techniky

- grafická díla vytvořená nebo upravená na počítači (umělecká díla, informační materiály, hry, filmové efekty,...)
- součást softwarových aplikací umožňující komunikaci s uživatelem prostřednictvím grafického rozhraní (Windows, OpenGL, ...)
- software podporující tvorbu nebo úpravu grafických dat (Paint, Corel, Adobe AutoCAD, 3DS, ...)
- hardwarové vybavení podporující grafickou prezentaci dat nebo vstup obrazových dat (gr. karty, monitory, tiskárny, sv. pera, skenery, ...)
- matematické a algoritmické nástroje umožňující popis a zpracování graf. dat
- ...

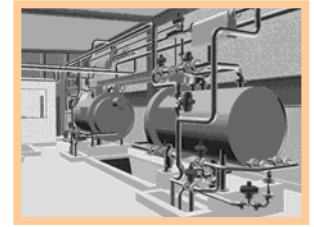
Aplikační oblasti PG a související témata



- Manažerská a prezentační grafika – výsledky výpočtů, vizualizace dat, ...
- Web grafika
- GUI (*Graphical User Interface*) - (Windows, zákaznický software, ...)
- Digitální fotografie a její zpracování
- CAD (*Computer Aided Design*) systémy
- Vizuální simulace reálných situací a VR (*Virtual Reality*) - trenažéry, hry, ...
- Animace, filmové efekty, zpracování videa ve 2D, 3D, 4D
- DTP (*DeskTop Publishing*)
– produkce novin, časopisů, letáků,...
- Zpracování obrazů - velké množství aplikací (mikroskopie, biologie, medicína, materiálové inženýrství, potravinářství,...)
- ...



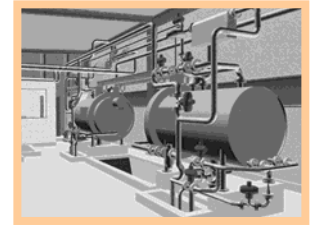
Historie PG



Jaký byl vývoj počítačové grafiky?

- souvisí s technickým rozvojem VT
- pojem Počítačová grafika poprvé použit v 50. letech v časopise Computer Graphics
- 1963 systém *Sketchpad* (Shuterland) – první interakční systém
- 60. léta – počítačem podporované návrhy letadel a automobilů (General Motors, Lockheed) => vznik CAD systémů
- 70. léta – hardwarová nezávislost: graf. standardy CORE (USA) a GKS (Evropa)
- růst možností graf. displejů, procesorů, nosičů dat => rozvoj anim. sekvencí atd.
- v současnosti:
 - běžné displeje s rozlišením 2048x1536
 - graf. procesory s milióny vektorových operací za sekundu (zobrazení vektoru, ořezání,...)
 - nosiče typu DVD (až 17 GB) - umožňují uložení filmů (anim. sekvence 24-30 sn/s, 1 film = 150 000 snímků = cca 4GB)

Dělení počítačové grafiky

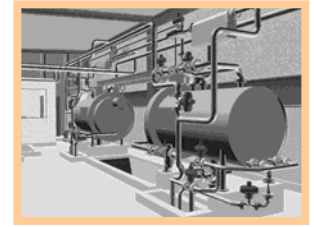


- **Podle typu popisu obrazu:**
 - generativní PG – vstup-popis, výstup-obraz
 - analýza obrazu – vstup obraz, výstup-jeho popis
 - zpracování obrazu – vstup-obraz, výstup-obraz
- **Podle spolupráce s člověkem:**
 - pasivní PG – generování obrazu závisí na počátečních, dále neměnných podmínkách, např. trvalý záznam na papír
 - interakční PG (převažuje) - využívá a dále upravuje grafický vstup

- **Podle způsobu zobrazení:**
 - vektorová – vektorový popis graf. informace
 - rastrová – popis jednotlivých bodů tvořících obraz



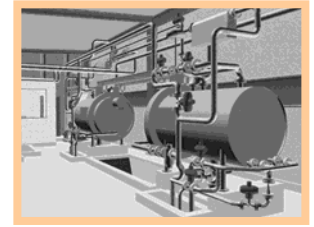
Vektorová a rastrová PG



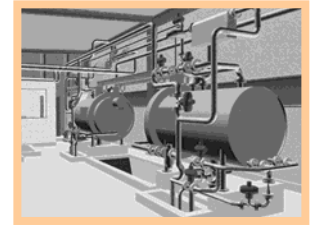
	Vektorová grafika	Rastrová grafika
Základní prvek	úsečka, křivka,....	bod (pixel)
Vlastnosti zákl. p., které se ukládají	1. matematický popis (např. souřadnice poč. a konc. bodu) 2. vlastnosti (barva čáry, styl,...)	atributy pixelu – barva, průhlednost
Výhody	jednoduché zmenšování, zvětšování apod.	možnost zpracovat jednotlivý pixel
Nevýhody	- velikost souboru záleží na počtu objektů - často nutnost rasterizace	problémy při zvětšování, zmenšování apod.

převody: vektor => rastr ... jednoduché postupy a algoritmy
rastr => vektor ... složitější procesy, často spolupráce s člověkem

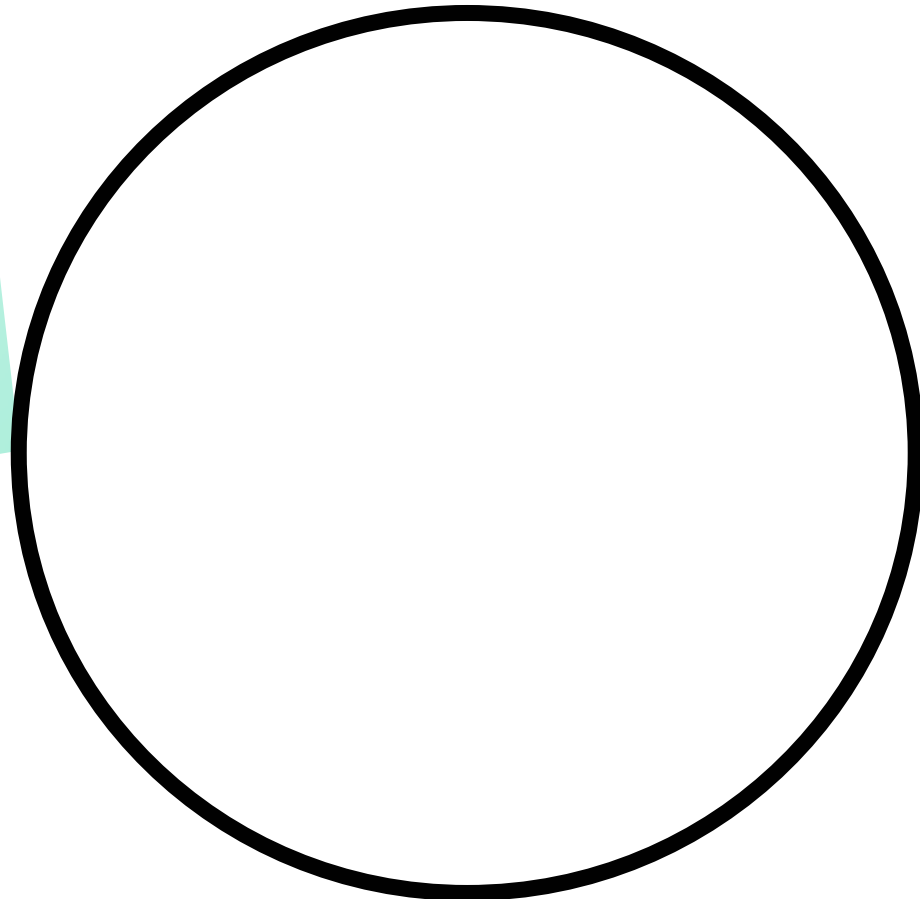
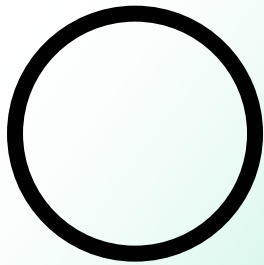
Zoom rastrových obrazů



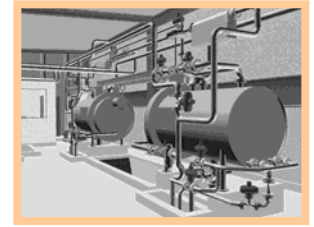
Zoom vektorově daných obrazů



- vykreslení entit nezávisle na rozlišení obrazovky zobrazovacími algoritmy



Pixel, rozlišení rastrového obrazu



pixel = *picture element* – nejmenší bod 2D obrazu, jemuž je možno přiřadit barvu

(voxel= *volume element* pro 3D objemové modelování, 3D obrazy)

rozlišení: jednotky **dpi** (dots per inch)
= počet pixelů na palec
- může být v různém směru různé

1 inch = 25,4mm

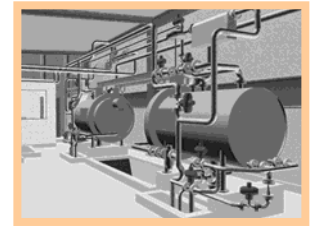
(1 bod (pt) = 1/72 inch = 0.3528mm)

1 typografický bod (b) = 0.3759mm)

Typické hodnoty dpi:

1. Hranice pro lidské oko: ~200
2. Monitory: 72 (a více)
3. Tisk: obvykle 300,
vysoká kvalita 600 - 1200
4. Skenery: 1200, >2400





Způsob zápisu rastrových dat (rychle)

Čím vyšší dpi, tím tedy více bodů ...
... tím více informace
... tím větší velikost souboru !!!

Př: Bitová hloubka 1 bit/pixel

2 dpi

0	1
1	1



0, 1, 1, 1

4 dpi

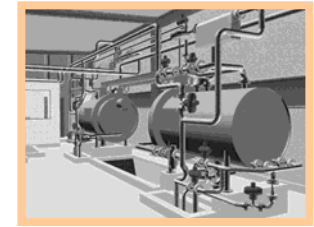
0	0	1	1
0	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	1



0, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1

zápis obrazu
do souboru:

kód barev:
0 ... světlá
1 ... tmavá



Způsob zápisu vektorových dat (rychle)

Čím více objektů, tím větší soubor ...

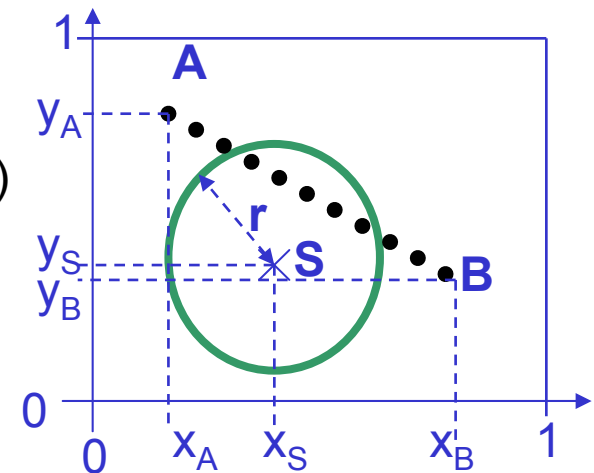
- zapisují se informace o jednotlivých objektech:
- obecně: Název objektu a jeho vlastnosti
(souřadnice char. bodů, barva čáry, tloušťka čáry, průhlednost, vyplnění, pořadí,...)

- např.:

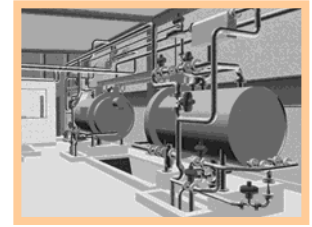
circle ($x_s=0.4$, $y_s=0.3$, $r=0.25$, Color=Green, Width=3)

line ($x_A=0.1$, $y_A=0.9$, $x_B=0.85$, $y_B=0.3$,
Width=6, Style=Dotted)

...



Odhad velikosti rastr. souboru (bez komprese)



Tak si to spočítáme ...



Obrázek má rozměry **2,24 x 2,86 cm**.
tj. (/ 2,54) **0,88 x 1,13 palce**

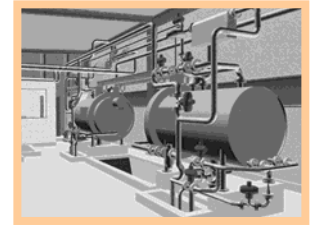
Obrázek byl pořízen **skenováním s rozlišením 300 dpi**:
tj. jeho rozměry v bodech jsou:
 $0,88 \cdot 300 \times 1,13 \cdot 300 = \mathbf{89\ 496}$ bodů (pixelů)

Barevná hloubka při pořízení byla “true color” (tj. 32 bitů = 4 byte),
tj. velikost souboru je $4 \cdot 89\ 496 = 357\ 984$ byte (**357 KB**)

... ale můj soubor má jen 59 KB?

... je důsledkem kompresních algoritmů...

Rasterizace

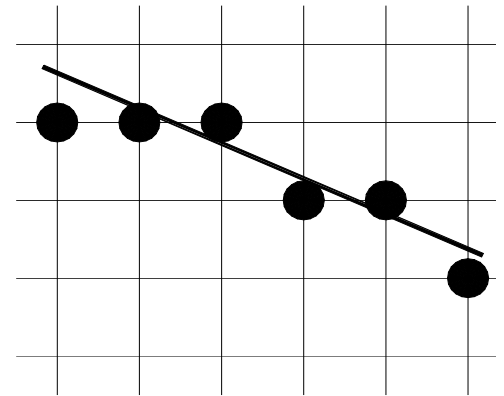


... ale vektorové obrazy jsou přece často vykreslovány na rastrovém zařízení (např. na displeji)?

Obecný problém: Zobrazení hladké křivky na zařízení s daným rozlišením

Požadavky:

- algoritmus musí být dostatečně rychlý
- tloušťka čáry nesmí záviset na sklonu čáry
- čára má být hladká (z hlediska vizuálního vjemu)
- kresba musí -nemusí začínat a končit v daných bodech

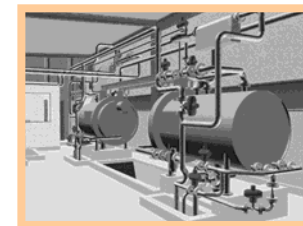


Řešení:

lineární interpolátory:

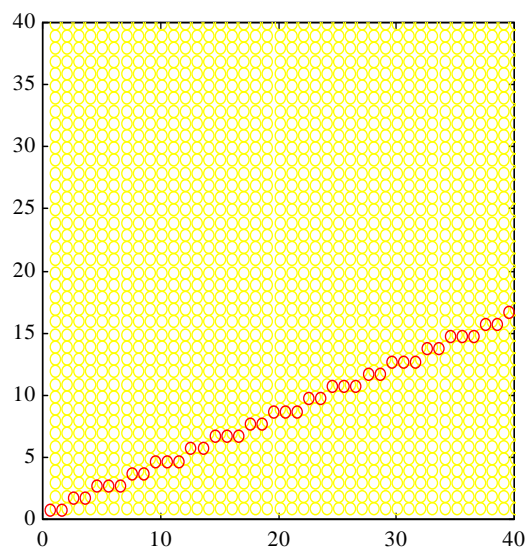
- DDA algoritmus (*Digital Differential Analyzer*)
- Bresenhamův algoritmus

Příklady rasterizace křivek

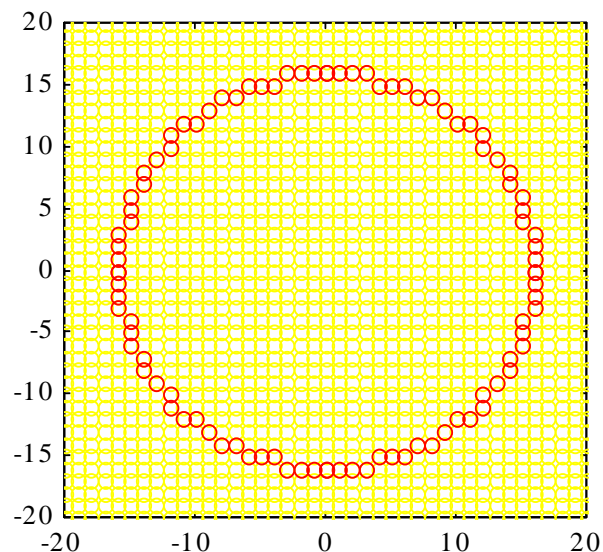


Výsledky aplikace Bresenhamova algoritmu pro různé objekty

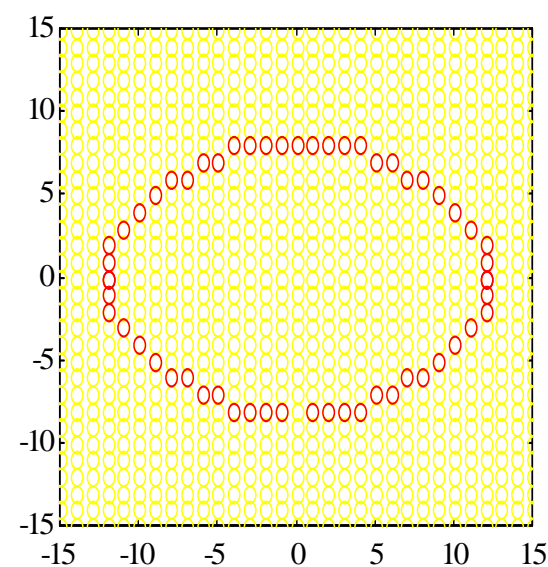
úsečka

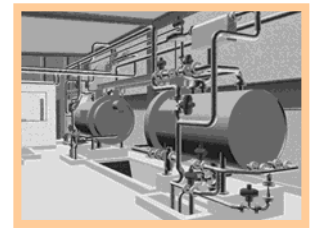


kružnice



elipsa





Rychlý přehled grafických formátů

Vektorové a meta formáty:

- **WMF, DWG, EPS, CDR, PS, AI...**

(textový) soubor (popř. komprimovaný) obsahující popis jednotlivých objektů obrázku a jejich vlastností

- velikost závisí na počtu objektů v obraze

Rastrové formáty:

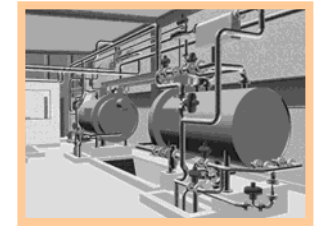
BMP, JPG, GIF, PNG, TIFF, RAW...

soubor obsahující informace o vlastnostech každého pixelu

velikost souboru závisí na

- rozlišení obrázku
- bitové hloubce (barevném rozlišení)

bitová hloubka: kolik bitů je přiděleno pro uchování informace o vlastnostech 1 pixelu (min. 1bit/pixel, obvykle 32-48 bit/pixel, z toho pro barvu 24bitů)



Nejznámější softwarové nástroje pro PG

Spol. **Adobe**: A. Photoshop – rastrová grafika

A. Illustrator – vektorová g.

...

Spol. **Corel**: C. PhtoPaint – rastrová grafika

C. DRAW – vektorová g.

...

Spol. **AutoDesk**: AutoCAD – vektorový nástroj technicky orientovaný

3DS – 3D modelování

Maya – 3D modelování

...

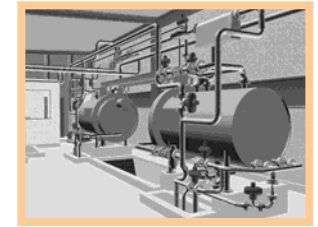
Spol. **Zoner** (ČR): Z. Photo Studio – rastr.

Z. Callisto - vektor

...

Bezplatné rastr. editory: Gimp, IrfanView, XnView, Paint, Pixia,...

...



Dodatek: Zkratky CA systémů

- CAD - *Computer Aided Design (Drafting)* – počítačem podporované návrhy (kreslení)
- CAM - *Computer Aided Manufacturing* - řízení výroby podporované počítačem
- CAA - *Computer Aided Assembly* - počítačem podporovaná montáž – montážní schémata, animace montáže, ...
- CAGD - *Computer Aided Geometric Design* – návrh geometrie, modelování
- CAE - *Computer Aided Engineering (ORCAD)*
- *Computer Aided Education*
- CAL - *Computer Aided Learning*
- CAP - *Computer Aided Publishing*
- CAPP - *Computer Aided Process Planning*
- CAQ - *Computer Aided Quality Check*
- CAT - *Computer Aided Testing*
Computer Aided Teaching